

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

1c825 U.S. PTO

09/736163



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 2月 2日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-025769

出 願 人

Applicant (s):

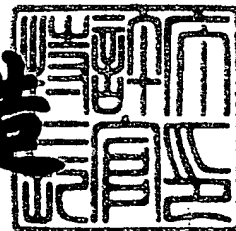
富士通株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年 9月 8日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3071386

【書類名】 特許願

【整理番号】 9951398

【提出日】 平成12年 2月 2日

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 G06F 9/28

【発明の名称】 分岐予測方法及び演算装置並びに計算装置

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 吉見 康一

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100070150

【住所又は居所】 東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 恵比寿ガーデンプレイスタワー32階

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊東 忠彦

【電話番号】 03-5424-2511

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002989

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704678

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 分岐予測方法及び演算装置並びに計算装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 分岐予測の成否に応じて分岐予測の状態を示す分岐予測データを決定し、該分岐予測データに応じて分岐予測を行う分岐予測方法において、前記分岐予測の成否に応じて前記分岐予測データを出力する分岐予測データ出力手順と、

前記分岐予測の成否に応じて前記分岐予測データを修正する分岐予測データ修正手順とを有することを特徴とする分岐予測方法。

【請求項 2】 前記分岐予測データ修正手順は、前記分岐予測の成否の履歴に応じて予め重み付けされた複数の分岐予測変更テーブルから所定の分岐予測変更テーブルを選択し、選択された分岐予測更新テーブルより前記分岐予測データに応じた分岐予測更新データを読み出し、前記分岐予測データとすることを有することを特徴とする請求項 1 記載の分岐予測方法。

【請求項 3】 前記分岐予測データ修正手順は、前記分岐予測データが記憶された分岐予測テーブルから前記分岐命令に応じた分岐予測データを取得する分岐予測データ取得手順と、

前記分岐予測データに応じて分岐予測補助データを取得する分岐予測補助データ取得手順と、

前記遷移の方向の重みが異なる記憶された複数の分岐予測更新テーブルから前記分岐予測補助データに応じた分岐予測更新テーブルを選択し、前記分岐予測データに応じた分岐予測更新データを出力する分岐予測更新テーブル選択手順と、

前記分岐予測更新テーブルの分岐予測データに応じて前記分岐予測テーブルを更新する分岐予測テーブル変更手順とを有することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の分岐予測方法。

【請求項 4】 前記分岐予測データ修正手順は、予め設定されたプロファイル情報に応じて前記分岐予測データの遷移方向の重み付けを設定することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項記載の分岐予測方法。

【請求項 5】 分岐予測の成否に応じて分岐予測の状態を示す分岐予測デー

タを決定し、該分岐予測データに応じて分岐予測を行う演算装置において、

前記分岐予測の成否に応じて前記分岐予測データを出力する分岐予測データ出力手段と、

前記分岐予測の成否に応じて前記分岐予測データを修正する分岐予測データ修正手段とを有することを特徴とする演算装置。

【請求項 6】 分岐予測の成否に応じて分岐予測の状態を示す分岐予測データを決定し、該分岐予測データに応じて分岐予測を行う演算手段を有する計算装置において、

前記演算手段は、前記分岐予測の成否に応じて前記分岐予測データを出力する分岐予測データ出力手段と、

前記分岐予測の成否に応じて前記分岐予測データを修正する分岐予測データ修正手段とを有することを特徴とする計算装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は分岐予測方法及び演算装置並びに計算装置に係り、特に、分岐命令に応じて分岐予測を行う際に用いられる分岐予測方法及び演算装置並びに計算装置に関する。

【0002】

近年、マイクロプロセッサでは、処理の高速化のためパイプライン方式を用いたマイクロプロセッサが主流となっている。また、マイクロプロセッサでは、処理の高速化のため分岐命令が発生した場合、分岐の度合いに応じて分岐方向を予測し、処理を進めることにより処理を高速化する方式が取られている。

【0003】

パイプライン方式に分岐予測を適用した場合、分岐予測をミスした時に、パイプラインの各スロットに現在の処理に関与しないパイプラインバブルが生じ、性能が大幅に低下する。パイプラインバブルは、マイクロプロセッサの動作周波数の上昇に伴い、マイクロプロセッサの全体の性能に大きく影響を与える。

【0004】

そこで、高い分岐予測ヒット率をめざしてさまざまな分岐予測手法が提案されている。そのなかでも、二段分岐予測手法は、現状最も有効な分岐予測手法である。

【 0 0 0 5 】

この二段分岐予測手法では、分岐予測テーブルが正しい方向に更新されるまでには、複数回の分岐ミスを検出する必要があった。特に、スーパースカラ方式のプロセッサでは、複数命令を同時に実行する分、分岐予測ミスの回数が増加し、性能低下への影響が大きくなる。そこで、プロファイリングの結果を容易に分岐予測に反映できる方法が望まれている。

【 0 0 0 6 】

【従来の技術】

図 1 は従来の計算装置の一例のブロック構成図を示す。

【 0 0 0 7 】

計算装置 1 は、演算装置 2、メインメモリ 3、ハードディスクドライブ 4、入力装置 5、表示装置 6、バス 7 から構成される。

【 0 0 0 8 】

演算装置 2 は、データの演算を行なう。メインメモリ 3 は、演算装置 2 の作業用記憶領域として用いられ、演算すべきデータや命令、演算結果などが一時的に保持される。ハードディスクドライブ 4 は、演算装置 2 で実行されるプログラムやデータを記憶する。入力装置 5 は、キーボードやマウスなどから構成され、プログラムの実行の指示やデータ入力に用いられる。表示装置 6 は、演算装置 2 で演算結果などを表示する。バス 7 は、演算装置 2、メインメモリ 3、ハードディスクドライブ 4、入力装置 5、表示装置 6 を接続する。

【 0 0 0 9 】

図 2 は従来の演算装置の一例のブロック構成図を示す。

【 0 0 1 0 】

従来の演算装置 2 は、キャッシュメモリ 1 1、命令フェッチ部 1 2、命令デコード部 1 3、演算部 1 4、マルチプレクサ 1 3、リオーダバッファ 1 4、制御部 1 5、分岐予測部 1 6 から構成される。

【 0 0 1 1 】

キャッシュメモリ 1 1 は、主記憶部からの命令、データを保持する。命令フェッチ部 1 2 は、キャッシュメモリ 1 1 に記憶された情報を順次フェッチする。命令フェッチ部 1 2 にフェッチされた命令は、命令デコード部 1 3 に供給される。

【 0 0 1 2 】

命令デコード部 1 3 は、命令をデコードする。命令デコード部 1 3 からの命令は、演算部 1 4 に供給される。演算部 1 4 は、命令デコード部 1 3 からの命令を実行する。演算部 1 4 は、整数演算部 1 9、浮動小数点演算部 2 0、機能ユニット 2 1 から構成される。整数演算部 1 9 は、整数演算を実行する。浮動小数点演算部 2 0 は、浮動小数点演算を実行する。機能ユニット 2 1 は、予め設定された他の機能を実現する。演算部 1 4 で実行された演算結果は、マルチプレクサ 1 5 に供給される。マルチプレクサ 1 5 は、整数演算部 1 9、浮動小数点演算部 2 0、機能ユニット 2 1 のいずれかの演算結果をキャッシュメモリ 1 1 に供給する。また、演算部 5 は、リオーダ要求を出力する。

【 0 0 1 3 】

リオーダバッファ 1 6 は、演算部 1 4 からのリオーダ要求を保持する。リオーダバッファ 1 6 に保持されたりオーダ要求は、制御部 1 7 に供給される。制御部 1 7 は、キャッシュメモリ 1 1、命令フェッチ部 1 2、命令デコード部 1 3、演算部 1 4、マルチプレクサ 1 5、リオーダバッファ 1 6 を制御し、命令の実行を制御する。分岐予測部 1 8 は、命令コードに応じて分岐予測を行う。

【 0 0 1 4 】

図 3 は従来 of 演算装置の一例 of 分岐予測部 of ブロック構成図を示す。

【 0 0 1 5 】

分岐予測部 1 8 は、分岐ヒストリレジスタ 2 2、インデックス合成回路 2 3、分岐予測テーブル部 2 4、マルチプレクサ 2 5、分岐予測制御部 2 6 から構成される。

【 0 0 1 6 】

分岐ヒストリレジスタ 2 2 は、分岐予測 of ヒットあるいはミス of 履歴が時間順に保持される。

【 0 0 1 7 】

図 4 は従来の演算装置の一例の分岐ヒストリレジスタデータ構成図を示す。

【 0 0 1 8 】

分岐ヒストリレジスタ 2 2 は、所定数のビット列から構成される。ビット列の各ビットは、過去の分岐予測に対応している。分岐ヒストリレジスタ 2 2 の各ビットには、分岐予測結果に応じた値が記憶される。

【 0 0 1 9 】

分岐予測結果に応じた値は、分岐が成功したときに「1」、分岐が失敗したときに「0」とされる。分岐ヒストリレジスタ 2 2 に保持されたビット列は、インデックス合成回路 2 3 に供給される。

【 0 0 2 0 】

インデックス合成回路 2 3 は、制御部 1 7 からのプログラムカウンタ値と分岐ヒストリレジスタ 2 2 からの分岐ヒストリ値とを合成する。インデックス合成回路 2 3 での合成結果に応じて分岐予測テーブル部 2 4 が参照される。

【 0 0 2 1 】

分岐予測テーブル部 2 4 は、 n 個の分岐予測テーブル 2 4 - 1 ~ 2 4 - n から構成される。分岐予測テーブル 2 4 - 1 ~ 2 4 - n は、プログラムカウンタ値に応じて選択される。分岐予測データは、選択された分岐予測テーブル 2 4 - x から分岐ヒストリレジスタ 2 2 の値に応じて選択される。ここで、分岐予測テーブル 2 4 - x は、分岐予測テーブル 2 4 - 1 ~ 2 4 - n のうちの所望の分岐予測テーブルである。

【 0 0 2 2 】

図 5 は従来の演算装置の一例の分岐予測テーブルのデータ構成図を示す。

【 0 0 2 3 】

分岐予測テーブル 2 4 - x は、制御部 1 7 からのプログラムカウンタ値 a_x と分岐ヒストリレジスタ 2 2 からの分岐ヒストリ値 b_m との合成値がアドレスとされ、アドレスに応じた分岐予測データ c が記憶されている。

【 0 0 2 4 】

分岐予測データ c は、2 ビットのデータであり、4 つの分岐予測状態を示して

いる。分岐予測データ c は、「00」のときには SNT (Strongly not Taken) 状態、「01」のときには WNT (Weakly Not Taken) 状態、「10」のときには WT (Weakly Taken) 状態、ST (Strongly Taken) 状態を示す。

【0025】

SNT 状態は分岐しない状態、WNT 状態は分岐が少行なわれる状態、WT 状態は多少分岐する状態、ST は分岐予測する状態を示す。

【0026】

分岐予測テーブル部 24 は、インデックス合成回路 23 をアドレスとされ、分岐予測データ c が読み出される。分岐予測テーブル部 24 から読み出された分岐予測データ c は、制御部 17 に供給される。制御部 17 は、分岐予測制御部 18 からの分岐予測データ c に応じて分岐命令を投機的に実行する。

【0027】

図 6 は従来 of 演算装置の一例の動作説明図を示す。

【0028】

図 6 で、SNT 状態で分岐予測ミスが発生した場合、分岐予測ミスが分岐ヒストリ値に反映される。分岐ヒストリ値によって、分岐予測データが決定され、SNT 状態を示す「00」が分岐予測データとして出力される。

【0029】

また、SNT 状態で分岐予測がヒットした場合、分岐予測ヒットが分岐ヒストリ値に反映される。SNT 状態で分岐予測がヒットした場合、分岐予測がヒットする確率が向上したので、分岐予測データは WNT 状態を示す「01」が分岐予測データとして出力される。

【0030】

WNT 状態で分岐予測をミスした場合には、分岐予測データが SNT 状態を示す「00」に戻される。WNT 状態で分岐予測がヒットした場合には、さらに、分岐予測がヒットする確率が向上するので、分岐予測データは WT 状態を示す「10」に変更される。また、WT 状態で分岐予測がミスした場合には、分岐予測データは、WNT 状態を示す「01」に変更される。

【0031】

さらに、WT状態で分岐予測がミスした場合、分岐予測データはWNT状態の戻される。WT状態で分岐予測がヒットした場合には、分岐予測データはST状態を示す「11」に変更される。

【0032】

このように、分岐予測データcは、分岐ヒストリ値に応じて変更されていた。

また、プログラムカウンタ値に応じて分岐予測テーブル15-1～15-nを切り換えることにより、プログラム位置に応じた分岐予測制御を可能としていた。

【0033】

【発明が解決しようとする課題】

しかるに、従来の分岐予測方法では、分岐ヒストリ、及び、プログラムカウンタ値によって予測分岐データが決定されていたため、分岐ヒストリに分岐予測結果が蓄積されないと、正確な分岐予測が行えないなどの問題点があった。

【0034】

本発明は上記の点に鑑みてなされたもので、正確な分岐予測が行える演算装置及び分岐予測方法並びに計算装置を提供することを目的とする。

【0035】

【課題を解決するための手段】

本発明の請求項1、5、6は、分岐予測の成否に応じて分岐予測の状態を示す分岐予測データを決定し、分岐予測データに応じて分岐予測を行う際に、分岐予測の成否に応じて分岐予測データを修正するようにする。

【0036】

請求項1、5、6によれば、分岐予測の成否に応じて最適な分岐予測データを得ることができるため、正確な分岐予測が可能となる。

【0037】

請求項2は、分岐予測データを修正する際に、分岐予測の成否の履歴に応じて予め重み付けされた複数の分岐予測変更テーブルから所定の分岐予測変更テーブルを選択し、選択された分岐予測更新テーブルより分岐予測データに応じた分岐予測更新データを読み出し、分岐予測データとする。

【 0 0 3 8 】

請求項 3 は、分岐予測データを修正する際に、分岐予測データが記憶された分岐予測テーブルから分岐命令に応じた分岐予測データを取得し、分岐予測データに応じて分岐予測補助データを取得し、遷移の方向の重みが異なる記憶された複数の分岐予測更新テーブルから分岐予測補助データに応じた分岐予測更新テーブルを選択し、分岐予測データに応じた分岐予測更新データを出力し、分岐予測更新テーブルの分岐予測データに応じて分岐予測テーブルを更新する。

【 0 0 3 9 】

請求項 2、3 によれば、分岐予測の履歴に応じて分岐予測の方向に重み付けを行なうことができ、迅速に正確な分岐予測を行なうことができる。

【 0 0 4 0 】

請求項 4 は、分岐予測データ修正する際に、予め設定されたプロファイル情報に応じて分岐予測データの遷移方向の重み付けを制御する。

【 0 0 4 1 】

請求項 4 によれば、プロファイル情報に応じて分岐予測データの修正を制御できるので、所定の分岐予測を固定することができ、分岐命令に対応した分岐予測が行なえる。よって、分岐予測のミスを低減できる。

【 0 0 4 2 】

【発明の実施の形態】

図 7 は本発明の一実施例のブロック構成図を示す。同図中、図 2 と同一構成部分には同一符号を付し、その説明は省略する。また、計算装置全体の構成も図 1 と同一であるので、その説明は省略する。

【 0 0 4 3 】

本実施例の演算装置 1 0 0 は、分岐予測部 1 0 1 の構成が図 1 の演算装置とは相違する。

【 0 0 4 4 】

図 8 は本発明の一実施例の分岐予測部のブロック構成図を示す。同図中、図 3 と同一構成部分には同一符号を付し、その説明は省略する。

【 0 0 4 5 】

分岐予測部 1 0 1 は、分岐ヒストリレジスタ 2 2、インデックス合成回路 2 3、分岐予測テーブル部 2 4、マルチプレクサ 2 5、分岐予測制御部 2 6 に加えて、分岐予測修正回路 1 0 2 を有する。分岐予測修正回路 1 0 2 は、プロファイル情報テーブル 1 0 3、分岐予測補助テーブル部 1 0 4、分岐方向遷移テーブル部 1 0 5、マルチプレクサ 1 0 6、1 0 7 から構成される。

【0 0 4 6】

プロファイル情報テーブル 1 0 3 は、プロファイル情報を記憶する。プロファイル情報は、分岐予測補助テーブル部 1 0 3 の更新を制御するための情報である。プロファイル情報は、対応するビットが「1」に設定されているときには、分岐予測補助テーブル部 1 0 3 から出力される分岐予測補助データを固定にし、対応するビットが「0」に設定されているときには、分岐補助テーブル部 1 0 4 からの分岐予測補助データを更新可能にする。プロファイル情報テーブル 1 0 3 は、分岐予測制御部 2 6 により

分岐予測補助テーブル部 1 0 4 は、分岐予測補助データを保持する。

【0 0 4 7】

図 9 は本発明の一実施例の分岐予測補助テーブル部のデータ構成図を示す。

【0 0 4 8】

分岐予測補助テーブル部 1 0 4 は、 m 個の分岐予測補助テーブル 1 0 4 - 1 ~ 1 0 4 - m から構成される。分岐補助テーブル 1 0 3 - x は、 n ビットのビット列から構成される。ビット列は、 r フィールド及び s フィールドの 2 つのビットフィールドから構成される。 r フィールドには、過去の分岐予測のヒット・ミスの履歴が記憶される。 s フィールドには、分岐方向遷移テーブル部 1 0 4 を選択するための値が記憶される。分岐予測補助テーブル部 1 0 4 は、分岐予測制御部 2 6 からのエントリによりデータ (r 、 s) を出力する。分岐予測補助テーブル部 1 0 4 の出力は、マルチプレクサ 1 0 6 を介して分岐予測制御部 2 6 に供給される。

【0 0 4 9】

分岐方向遷移テーブル部 1 0 5 は、 $2n = m$ 個の分岐方向遷移テーブル 1 0 5 - 1 ~ 1 0 5 - m から構成される。分岐方向遷移テーブル 1 0 5 - 1 ~ 1 0 5 -

mは、分岐予測制御部26からの分岐予測データをエントリとして、分岐予測更新データを出力する。分岐予測更新データは、分岐予測データと同様に、「00」、「01」、「10」、「11」から構成される。分岐予測更新データ「00」は、分岐予測データと同様にSNT状態を示す。分岐予測更新データ「01」は、分岐予測データと同様にWNT状態を示す。分岐予測更新データ「10」は、分岐予測データと同様にWT状態を示す。分岐予測更新データ「11」は、分岐予測データと同様にST状態を示す。

【0050】

図10は本発明の一実施例の分岐方向遷移テーブルのデータ構成図を示す。

【0051】

分岐方向遷移テーブル105-xは、sフィールドの値によってm個の分岐方向遷移テーブル105-1～105-mから選択される。選択された分岐方向遷移テーブル105-xは、分岐予測データが「00」、「01」、「10」、「11」がエントリとされている。分岐方向遷移テーブル105-xは、分岐予測データ「00」、「01」、「10」、「11」毎に4ビットのビット列が設定されている。ビット列は、1ビット目が分岐予測更新データ「00」に対応しており、2ビット目が分岐予測更新データ「01」に対応しており、3ビット目が分岐予測更新データ「10」に対応しており、4ビット目が分岐予測更新データ「11」に対応している。ビットの値が「1」の分岐予測更新データが出力される。

【0052】

例えば、sフィールド値により分岐方向遷移テーブル105-1～105-mから分岐方向遷移テーブル105-xが選択されたとする。また、このときの分岐予測データが「01」であるとする。

【0053】

図10において分岐方向遷移テーブル105-xの遷移エントリ「01」のビット列は、「0010」である。ビット列「0010」は、3ビット目が「1」である。ビット列の3ビット目は、分岐予測データ「10」に対応する。よって、分岐予測データ「10」が出力される。

【 0 0 5 4 】

なお、分岐方向遷移テーブル 1 0 5 - 1 ~ 1 0 5 - m のビットパターンは、SNT 状態に遷移が行われ易いビットパターンや、WNT 状態や WN 状態に遷移が行なわれ易いビットパターンや、ST 状態に遷移が行なわれ易いビットパターンから構成される。このビットパターンにより遷移の重み付けが行なわれる。このような分岐方向遷移テーブル 1 0 5 - 1 ~ 1 0 5 - m から分岐履歴に応じてヒューリスティックに分岐方向遷移テーブルを選択する。例えば、分岐履歴に「T a k e n」が多い場合には、ST 状態、WT 状態方向へのスレッショールドが低く、SNT 状態、WNT 状態方向へのスレッショールドが高く設定された分岐方向遷移テーブルを選択する。また、「N o t - T a k e n」が多い場合には、ST 状態、WT 状態方向へのスレッショールドが高く、SNT 状態、WNT 状態方向へのスレッショールドが低く設定された分岐方向遷移テーブルを選択する。

【 0 0 5 5 】

マルチプレクサ 1 0 7 には、s フィールドの値が供給される。マルチプレクサは、s フィールドの値によって、分岐方向遷移テーブル部 1 0 5 - x からの出力分岐予測データを選択出力する。

【 0 0 5 6 】

マルチプレクサ 1 0 7 で選択出力された分岐予測更新データは、分岐予測制御部 2 6 に供給される。分岐予測制御部 2 6 は、マルチプレクサ 1 0 7 からの分岐予測更新データにより分岐ヒストリテーブル部 2 4 の対応する分岐予測データを更新する。

【 0 0 5 7 】

更新された分岐予測データは、マルチプレクサ 2 5 を介して分岐予測制御部 2 6 に供給され、分岐予測に用いられる。

【 0 0 5 8 】

また、分岐予測制御部 2 6 は、分岐予測補助テーブル部 1 0 4 からの r フィールドの出力値に応じて s フィールドの値を更新する。例えば、r フィールドの値の「0」の割合が所定の値より多い場合、すなわち、分岐予測にミスが割合より

多い場合には、対応する s フィールドの値を更新する。s フィールドの値を更新することにより、分岐方向遷移テーブル部 1 0 5 で選択される分岐方向遷移テーブル 1 0 5 - x が切り換えられる。分岐方向遷移テーブル 1 0 5 - x が切り換えられることにより、

分岐予測制御部 2 6 は、分岐予測データに応じて制御部 1 7 を制御して、分岐予測されたデータを更新する。

【 0 0 5 9 】

図 1 1 は本発明の一実施例の分岐予測部の動作フローチャートを示す。

【 0 0 6 0 】

ステップ S 1 は、制御部 1 7 からの分岐予測結果により、分岐予測がヒットしたかミスしたかを判断する。ステップ S 1 で分岐予測結果がヒットであると判断された場合、ステップ S 6 が実行される。ステップ S 6 は、分岐予測結果に応じて分岐ヒストリレジスタ 1 3 を更新する。

【 0 0 6 1 】

また、ステップ S 1 で、分岐予測結果がミスであると判断された場合、ステップ S 2 が実行される。

【 0 0 6 2 】

ステップ S 2 は、分岐ヒストリレジスタを参照する。ステップ S 3 は、分岐ヒストリレジスタの参照結果から分岐予測の正当率が所定の正当率以上か否かを判定する。正当率は、分岐ヒストリレジスタの全ビットのうちの「1」のビット占める割合から算出される。

【 0 0 6 3 】

ステップ S 3 は、この割合が所定の値以上であるか否かを判定する。ステップ S 3 で、正当率が所定の値以上であると判断されると、そのまま処理を終了する。また、ステップ S 3 で、正当率が所定の値以下のときは、ステップ S 4 が実行される。

【 0 0 6 4 】

ステップ S 4 は、最適な遷移エントリを選択する。ステップ S 4 では、まず、分岐ヒストリレジスタのビットパターンに応じて分岐予測補助表を参照され、ビ

ットパターンに応じた分岐予測補助値が取得される。次に、分岐予測補助値に応じて分岐方向遷移テーブルが参照され、最適な遷移エントリが取得される。

【 0 0 6 5 】

ステップ S 5 は、ステップ S 4 で取得された最適遷移エントリを分岐予測更新データとして出力する。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 6 は、ステップ S 5 で出力された分岐予測更新データを分岐ヒストリレジスタに保持する。

【 0 0 6 7 】

図 1 2 は本発明の一実施例の動作説明図を示す。

【 0 0 6 8 】

上記の動作によれば、S N T 状態から W N T 状態、W N T 状態から S N T 状態、W N T 状態から W T 状態、W T 状態から W N T 状態、W T 状態から S T 状態、S T 状態から W T 状態への遷移の確率を自由に設定できる。

【 0 0 6 9 】

例えば、図 1 2 に示すように S N T 状態から W N T 状態への遷移の確率を 5 0 パーセント、W N T 状態から S N T 状態への遷移の確率を 1 0 パーセント、W N T 状態から W T 状態への遷移の確率を 4 0 パーセント、W T 状態から W N T 状態への遷移の確率を 2 0 パーセント、W T 状態から S T 状態への、S T 状態から W T 状態への遷移の確率を 7 0 パーセントに設定できる。図 1 2 の遷移状態では、例えば、S N T 状態で分岐予測がヒットすれば、5 0 パーセントの確率で、W N T 状態に遷移する。

【 0 0 7 0 】

以上、本実施例によれば、分岐ミスを低減するような分岐方向遷移テーブルを使用することができるので、パイプラインプロセッサにおける分岐予測ミスによるパイプラインバブルを低減させることができる。よって、マイクロプロセッサの実効処理性能を向上させることができる。

【 0 0 7 1 】

なお、本実施例は、下記の発明を含む。

【 0 0 7 2 】

請求項 5 において、前記分岐予測データ修正手段は、前記分岐予測の成否の履歴に応じて予め重み付けされた複数の分岐予測変更テーブルから所定の分岐予測変更テーブルを選択し、選択された分岐予測更新テーブルより前記分岐予測データに応じた分岐予測更新データを読み出し、前記分岐予測データとすることを有することを特徴とする演算装置。

【 0 0 7 3 】

請求項 5 又は 6 において、前記分岐予測データ修正手段は、前記分岐予測データが記憶された分岐予測テーブルから前記前記分岐命令に応じた分岐予測データを取得する分岐予測データ取得手段と、前記分岐予測データに応じて分岐予測補助データを取得する分岐予測補助データ取得手段と、前記遷移の方向の重みが異なる記憶された複数の分岐予測更新テーブルから前記分岐予測補助データに応じた分岐予測更新テーブルを選択し、前記分岐予測データに応じた分岐予測更新データを出力する分岐予測更新テーブル選択手段と、前記分岐予測更新テーブルからの分岐予測更新データに応じて前記分岐予測テーブルを更新する分岐予測テーブル更新手段とを有することを特徴とする演算装置。

【 0 0 7 4 】

請求項 5 乃至 7 において、前記分岐予測データ修正手段が、予め設定されたプロファイル情報に応じて前記分岐予測データの遷移方向の重み付けを設定することを特徴とする演算装置。

【 0 0 7 5 】

【発明の効果】

上述の如く、本発明の請求項 1、5、6 によれば、分岐予測の成否に応じて最適な分岐予測データを得ることができるため、正確な分岐予測が可能となる等の特長を有する。

【 0 0 7 6 】

請求項 2、3 によれば、分岐予測の履歴に応じて分岐予測の方向に重み付けを行なうことができ、迅速に正確な分岐予測を行なうことができる等の特長を有する。

【 0 0 7 7 】

請求項 4 によれば、プロファイル情報に応じて分岐予測データの修正を制御できるので、所定の分岐予測を固定することができ、分岐命令に対応した分岐予測が行なえる。よって、分岐予測のミスを低減できる等の特長を有する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

従来の計算装置の一例のブロック構成図である。

【図 2】

従来の演算装置の一例のブロック構成図である。

【図 3】

従来の演算装置の一例の分岐予測部のブロック構成図である。

【図 4】

従来の演算装置の一例の分岐ヒストリレジスタのデータ構成図である。

【図 5】

従来の演算装置の一例の分岐予測テーブル部のデータ構成図である。

【図 6】

従来の演算装置の一例の動作説明図である。

【図 7】

本発明の一実施例のブロック構成図である。

【図 8】

本発明の一実施例の分岐予測部のブロック構成図である。

【図 9】

本発明の一実施例の分岐予測補助テーブル部のデータ構成図である。

【図 10】

本発明の一実施例の分岐方向遷移テーブルのデータ構成図である。

【図 11】

本発明の一実施例の分岐予測部の動作フローチャートである。

【図 12】

本発明の一実施例の動作説明図である。

【符号の説明】

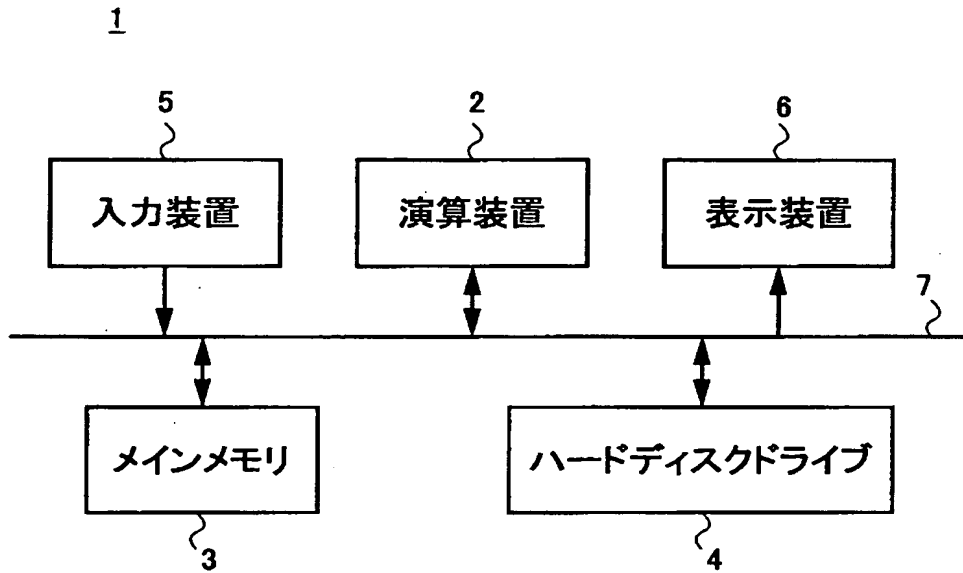
- 1 計算装置
- 2 演算装置
- 3 メインメモリ
- 4 ハードディスクドライブ
- 5 入力装置
- 6 表示装置
- 7 バス
- 11 キャッシュメモリ
- 12 命令フェッチ部
- 13 命令デコード部
- 14 演算部
- 15 マルチプレクサ
- 16 リオーダバッファ
- 17 制御部
- 22 分岐ヒストリレジスタ
- 23 インデックス合成回路
- 24 分岐予測テーブル部
- 25 マルチプレクサ
- 26 分岐予測制御部
- 100 演算装置
- 101 分岐予測部
- 102 分岐予測修正回路
- 103 プロファイル情報テーブル
- 104 分岐予測補助テーブル部
- 105 分岐方向遷移テーブル部
- 106, 107 マルチプレクサ

【書類名】

図面

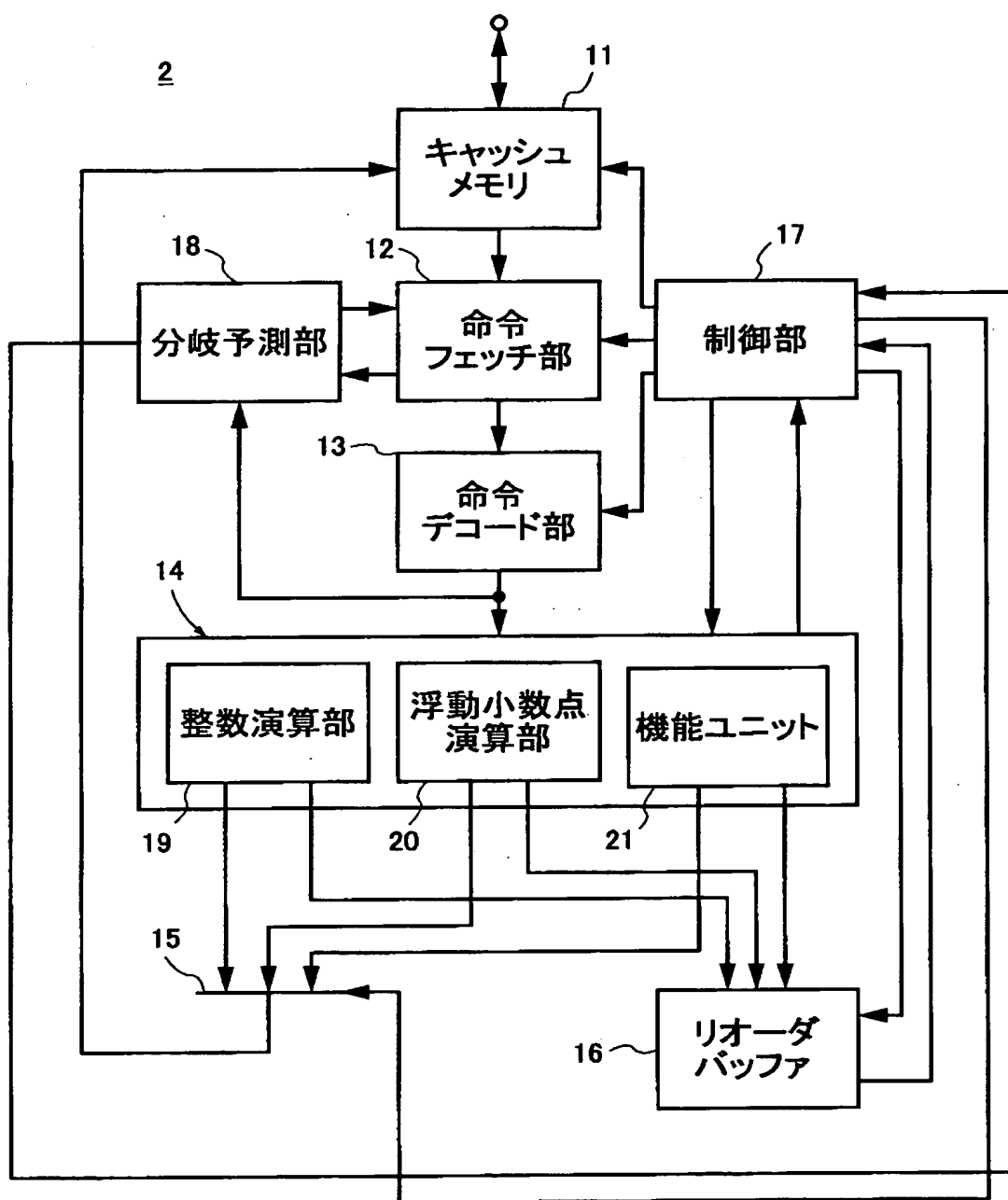
【図 1】

従来の計算装置の一例のブロック構成図



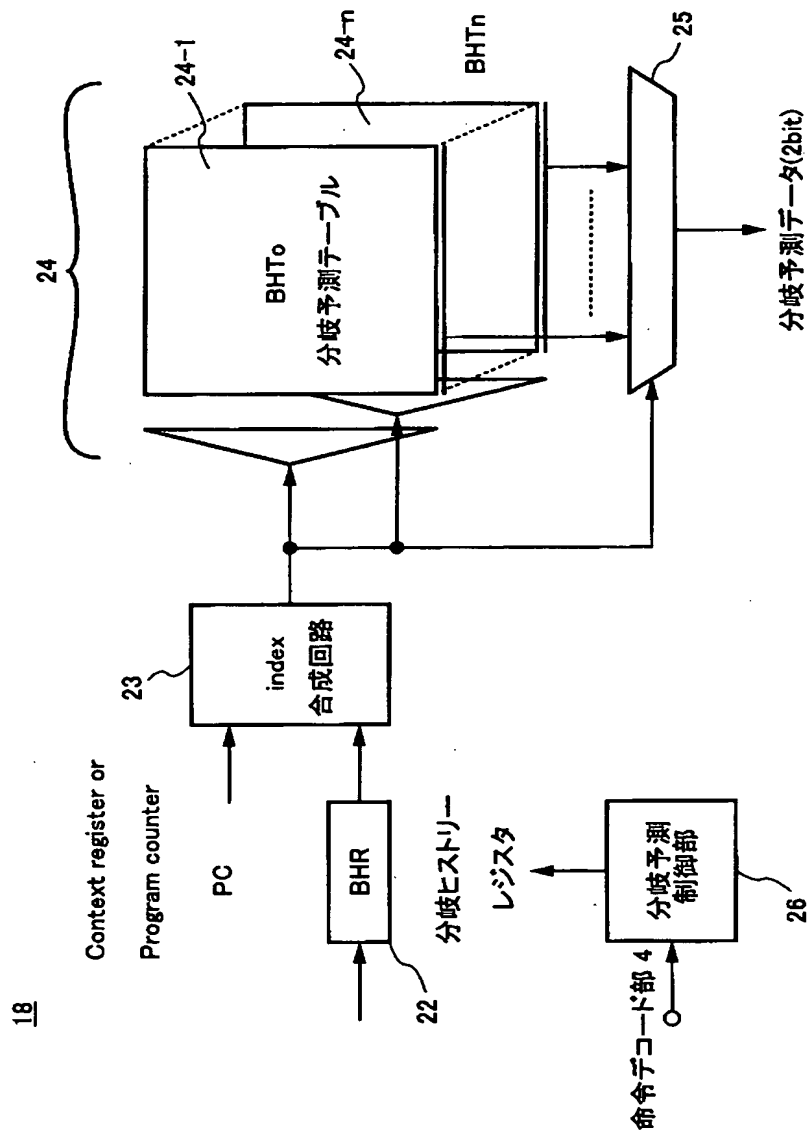
【図 2】

従来の演算装置の一例のブロック構成図



【図 3】

従来の演算装置の一例の分岐予測部のブロック構成図



【図 4】

従来の演算装置の一例の分岐
ヒストリレジスタのデータ構成図

t1 t2 t3 t4 t5
A分岐 ヒット→ヒット→ミス→ヒット→ミス

0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	1	1	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	1
0	0	0	1	1	0	1	0	0

【図 5】

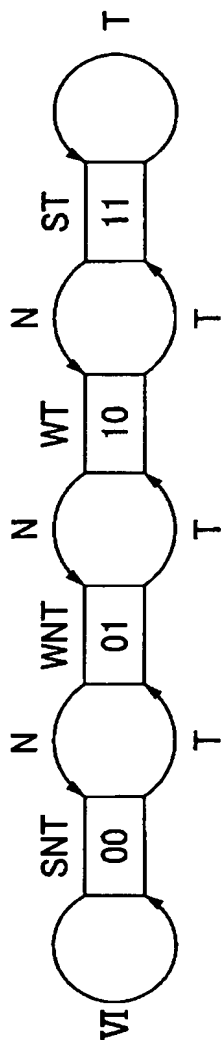
従来の演算装置の一例の分岐
予測テーブル部のデータ構成図

a	b	c
ax	b1	01
ax	b2	00
ax	b3	
⋮	⋮	⋮
ax	bm	11

15-X

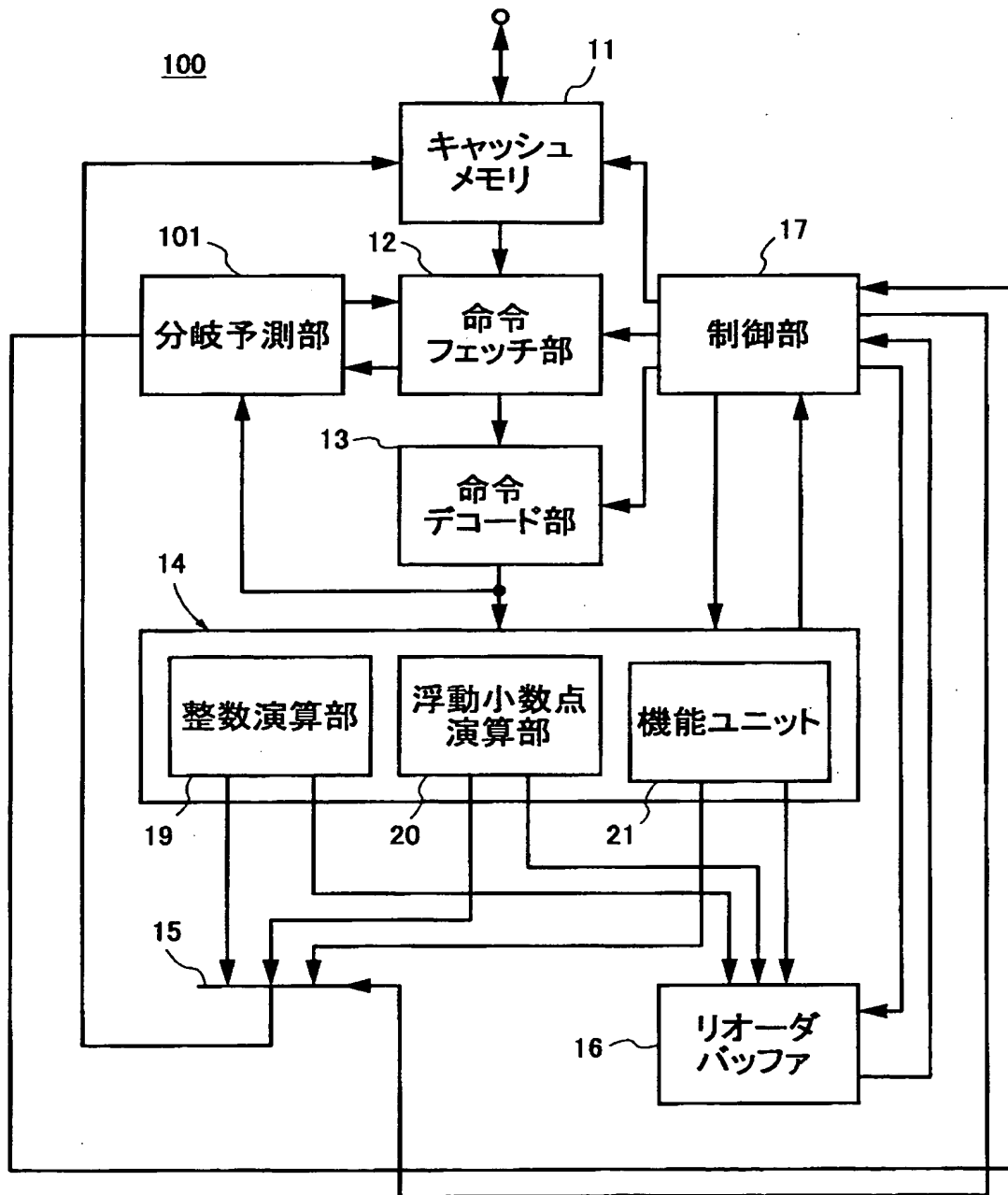
【図 6】

従来の演算装置の一例の動作説明図



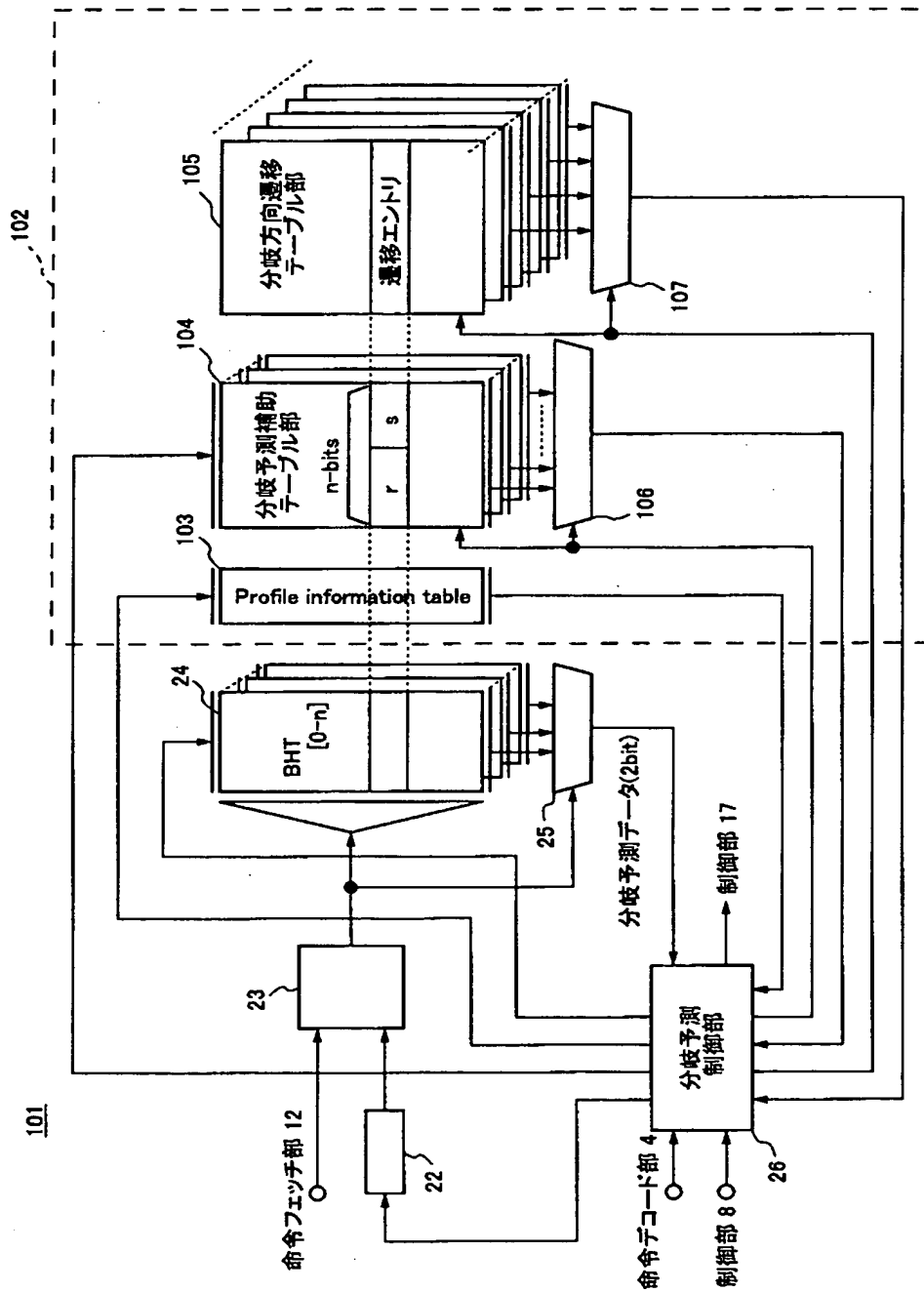
【図 7】

本発明の一実施例のブロック構成図



【図 8】

本発明の一実施例の分岐予測部のブロック構成図



【図 9】

本発明の一実施例の分岐予測補助
テーブル部のデータ構成図

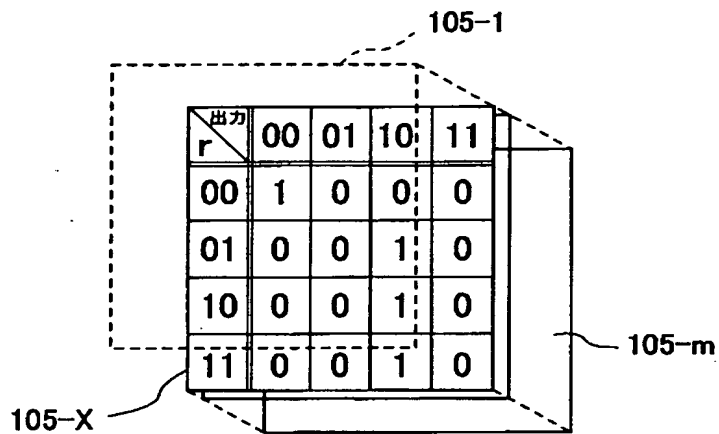
nビット

r	S
0 0 0 0 0 0 0 0	S1
0 0 0 0 0 0 0 1	S2
⋮	⋮
0 1 1 1 1 1 1 1	St-1
1 1 1 1 1 1 1 1	St

104-X

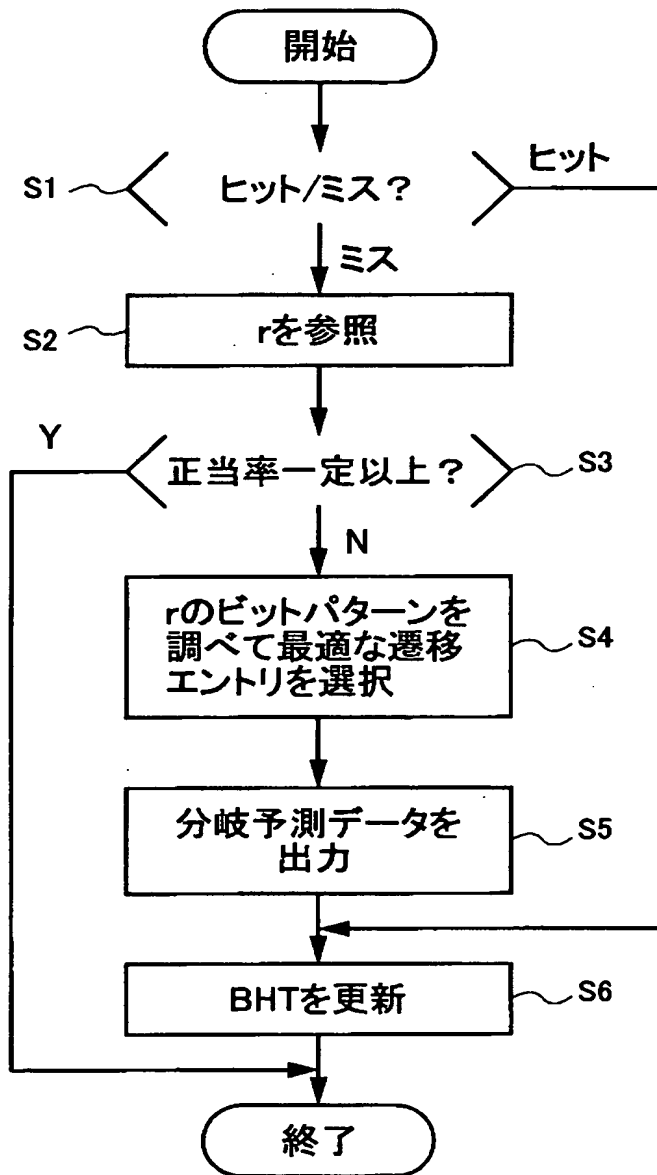
【図 1 0】

本発明の一実施例の分岐方向
遷移テーブルのデータ構成図



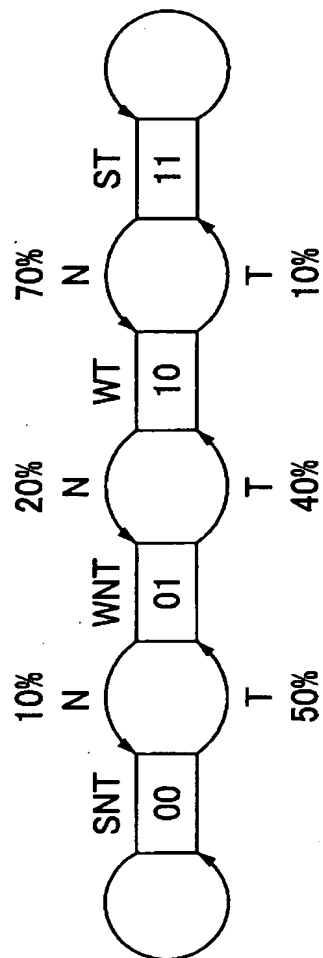
【図 11】

本発明の一実施例の分岐予測部の動作フローチャート



【図 1 2】

本発明の一実施例の動作説明図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 分岐命令発生時に分岐予測を行う演算装置及び分岐予測方法並びに計算装置に関し、正確に分岐予測を行える演算装置及び分岐予測方法並びに計算装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 分岐予測の遷移方向の重みが異なる複数の分岐方向遷移テーブルを設けておき、分岐履歴に応じて複数の分岐方向遷移テーブルから所望の分岐方向遷移テーブルを選択し、分岐予測データを修正する。

【選択図】 図 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日	1996年 3月26日
[変更理由]	住所変更
住 所	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名	富士通株式会社